

# Sertifikat

Diberikan kepada

**Bernadeta Wuri Harini, S.T., M.T.**

Dalam kegiatan

**SEMINAR NASIONAL  
RISET DAN TEKNOLOGI TERAPAN 2014**

Yang diselenggarakan di

**UNIVERSITAS SANATA DHARMA YOGYAKARTA  
17 SEPTEMBER 2014**

Atas peran dan partisipasinya sebagai

**PEMAKALAH**

YOGYAKARTA, 17 SEPTEMBER 2014

KETUA PANITIA RITEKTRA 2014

**C. KUNTORO ADI, SJ., M.A., M.SC, PH.D**





# Sertifikat

Diberikan kepada

**Bernadeta Wuri Harini, S.T., M.T.**

Dalam kegiatan

**SEMINAR NASIONAL  
RISET DAN TEKNOLOGI TERAPAN 2014**

Yang diselenggarakan di

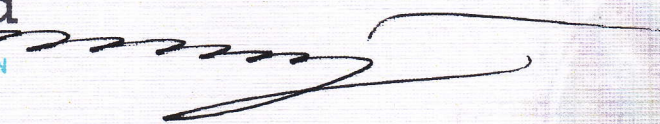
**UNIVERSITAS SANATA DHARMA YOGYAKARTA  
17 SEPTEMBER 2014**

Atas peran dan partisipasinya sebagai

**PENYAJI MAKALAH**

YOGYAKARTA, 17 SEPTEMBER 2014

KETUA PANITIA RITEKTRA 2014

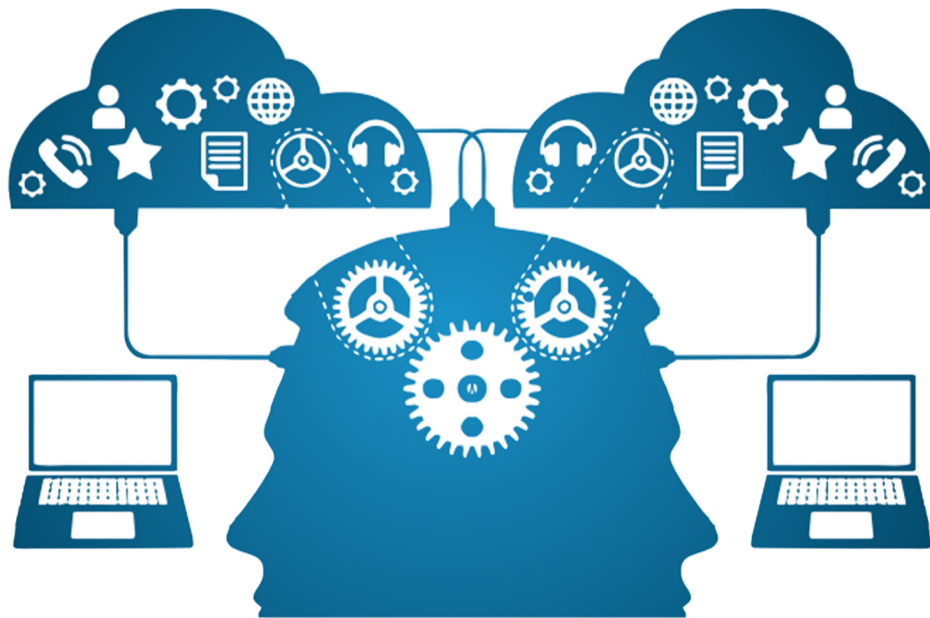
  
C. KUNTORO ADI, S.J., M.A., M.SC, PH.D







# PROSIDING



## “REKAYASA DAN INOVASI TEKNOLOGI UNTUK PENINGKATAN KUALITAS HIDUP BANGSA”

Ruang Koendjono, Gedung Pusat Mrican  
Universitas Sanata Dharma Yogyakarta  
17-18 September 2014



Website: [www.ritektra.web.id](http://www.ritektra.web.id) | Email: [redaksi@ritektra.web.id](mailto:redaksi@ritektra.web.id), [ritektra2014@usd.ac.id](mailto:ritektra2014@usd.ac.id)  
Sekretariat: Fakultas Sains dan Teknologi, Kampus III Universitas Sanata Dharma, Paingan,  
Maguwoharjo, Sleman, Yogyakarta 55282  
Telp. (0274) 883037 ext. 2320; Fax. (0274) 886529

**PROCEEDINGS  
SEMINAR NASIONAL RISET DAN TEKNOLOGI TERAPAN (RITEKTRA) KE-4**

**REKAYASA DAN INOVASI TEKNOLOGI  
UNTUK PENINGKATAN KUALITAS HIDUP BANGSA**

17 SEPTEMBER 2014  
UNIVERSITAS SANATA DHARMA  
YOGYAKARTA - INDONESIA

***Editor :***

The Jin Ai, Dr.Eng  
Dr. Linggo Sumarno  
Sudi Mungkasi, Ph.D

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SANATA DHARMA  
YOGYAKARTA – INDONESIA**

**PROCEEDINGS**

**SEMINAR NASIONAL RISET DAN TEKNOLOGI TERAPAN (RITEKTRA) KE-4**

## **REKAYASA DAN INOVASI TEKNOLOGI UNTUK PENINGKATAN KUALITAS HIDUP BANGSA**

**ISBN : 978-602-71306-0-9**

**© 2014 Faculty of Science and Technology, Sanata Dharma University, Yogyakarta, INDONESIA**

This work is copyright, no part may be reproduced by any process without prior written permission from the Editors. Request and inquiries concerning reproduction and rights should be addressed to C. Kuntoro Adi, S.J., M.A., M.Sc, Ph.D; The Faculty of Science and Technology, Sanata Dharma University, Yogyakarta, INDONESIA or email to [ritektra2014@usd.ac.id](mailto:ritektra2014@usd.ac.id)

The intellectual property of each paper included in these proceedings remains vested in the Authors as listed on the papers.

Published by :

The Faculty of Science and Technology, Sanata Dharma University

Campus III, Paingan, Maguwoharjo, Ngemplak, Sleman, Yogyakarta, INDONESIA

Telp : (62-274) 883968

Fax : (62-274) 886529

Email : [dekanfst@usd.ac.id](mailto:dekanfst@usd.ac.id)

Website : [www.usd.ac.id](http://www.usd.ac.id)

**KOMITE**

**SEMINAR NASIONAL RISET DAN TEKNOLOGI TERAPAN (RITEKTRA) KE-4**

**REKAYASA DAN INOVASI TEKNOLOGI  
UNTUK PENINGKATAN KUALITAS HIDUP BANGSA**

**KETUA PELAKSANA** : C. Kuntoro Adi, S.J., M.A., M.Sc, Ph.D

**SEKRETARIS** : Agnes Maria Polina, S.Kom., M.Sc.

**STEERING COMMITTEE :**

Dr. Rr. MI. Retno Susilorini, ST., M.T

Dr. FL. Budi Setiawan

Dr. A. Teguh Siswantoro, M.S

Dr. Iswanjono

Sudi Mungkasi, Ph.D

P.H. Prima Rosa, S.Si., M.Sc

B. Wuri Harini, S.T., M.T

**PROGRAM COMMITTEE (REVIEWER):**

The Jin Ai, Dr.Eng

Dr. Linggo Sumarno

Sudi Mungkasi, Ph.D

Ronald Sukwadi, S.T.,M.M.,Ph.D

Dr. Ir. Djoko Setyanto, M.Sc

Dr. Ir. P.J. Prita Dewi Basoeki, M.T

Prof. Ir. Hadi Sutanto, M.MAE., Ph.D

Dr. Lukas, S.T.,M.AI

Dr. Lydia Sari, S.T.,M.T

Dr. Adya Pramudita, S.T.,M.T

Prof. Ir. Suyoto, M.Sc.,Ph.D

Dr. Ir. Alb. Joko Santosa, M.T.

Dr. Pranowo, S.T.,M.T.

Ir. B. Kristyanto, M.Eng.,Ph.D

Dr. A. Teguh Siswanto, M.S  
Ririn Diar Astanti, ST.,M.MT.,Dr.Eng  
Prof. Dr.Ing.L.M.F. Purwanto  
Dr. Iswanjono  
Drs. Eka Priyatma, M.Sc.,Ph.D

**TECHNICAL COMMITTEE :**

Catharina M. Sri Wijayanti, S.Pd  
Ridowati Gunawan, S.Kom., M.T.  
Iwan Binanto, S.Si., M.Cs  
Ir. Budi Setiyadi, M.T  
Marlon Leong, S.Kom., M. Kom  
Budi Setyahandana, S.T., M.T.  
Yonathan Dri Handarkho, S.T., M.Eng.  
Petrus Setyo Prabowo, S.T., M.T.  
Ir. Krt. Rm. Endro Gijanto, M.M  
Yosef Daryanto, S.T., M.Sc.  
A. Gatot Bintoro, S.T., M.T.  
Dr. Ir. Vg. Sri Rejeki, M.T  
Dr. Maria Wahyuni  
B. Wuri Harini, S.T., M.T  
Eko Hari Parmadi, S.Si, M.Kom.  
Stephanie Pamela Adhitama, S.T., M.T.  
Ir. Rines, M.T.  
Leo Bardus Wardoyo  
Rusdanang Ali Basuni  
Antonius Suryono  
Susilo Dwiratno  
Anastasia Rita Widiarti, S.Si.,M.Si  
Fransiska Yuvita Rihantari  
Zaerilus Tukija

## Seminar Nasional Riset dan Teknologi Terapan (RITEKTRA) ke-4 tahun 2014

### “Rekayasa dan Inovasi Teknologi untuk Peningkatan Kualitas Hidup Bangsa”

#### Latar Belakang

Dirasakan mulai menguatnya perubahan paradigma ekonomi berbasis sumber daya ke ekonomi berbasis pengetahuan (*knowledge-based economy*). Dalam paradigma ini, kekuatan suatu masyarakat diukur dari kemampuan ilmu pengetahuan dan teknologi sebagai faktor pengganti modal, lahan dan energi untuk peningkatan daya saing ekonomi.

Buku Putih (Kementerian Negara Riset dan Teknologi, 2006) mengisyaratkan 6 bidang mendasar yang perlu diprioritaskan dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yaitu bidang pangan, energi, transportasi, teknologi informasi dan komunikasi, pertahanan dan keamanan, serta kesehatan dan obat.

Pengembangan iptek bidang ketahanan pangan mencakup : a). ketersediaan pangan baik dalam jumlah, mutu, keamanannya; b). distribusi pasokan yang memiliki harga stabil dan terjangkau; c). konsumsi – kemampuan mengakses, mengelola konsumsi sesuai kaidah kesehatan dan preferensinya.

Pembangunan iptek dalam bidang energi memiliki perhatian pada penciptaan sumber energi baru dan terbarukan. Buku Putih mengisyaratkan perlunya perhatian pada gagasan bauran energi (*energy mixed*), penghematan dan peningkatan efisiensi, peningkatan eksplorasi energi fosil, serta pengembangan infrastruktur energi. Dukungan iptek khususnya dari segi kebijakan dan pengembangan berkelanjutan diperlukan untuk mencukupi kebutuhan energy.

Pembangunan iptek di bidang transportasi terkait dengan pemanfaatan, pembenahan dan pengembangan manajemen transportasi nasional, pembenahan regulasi entah itu dalam transportasi jalan, kereta-api, sungai, danau, laut, udara dan transportasi antar moda dan multi-moda.

Teknologi informasi dan komunikasi (TIK) mengarah pada teknologi dengan ciri konvergensi, miniaturisasi, *embedded, on demand, grid, intelligent, wireless inter-networking, open-source, seamless integration* dan *ubiquitous*. Bidang teknologi informasi dan komunikasi (TIK) Indonesia dikembangkan untuk menjawab kepentingan lima pemangku yaitu : a). masyarakat menuju *knowledge-based society*; b). public yang mengarah ke *e-services*; c). pemerintah menuju *e-government*; d). industri menuju industri TIK global; e). masyarakat iptek dan lembaganya menuju kelas dunia.

Pembangunan iptek di bidang pertahanan dan keamanan ditujukan untuk menopang sistem pertahanan dan keamanan terutama untuk keutuhan Negara kesatuan Republik Indonesia. Kebijakan industri pertahanan keamanan terkait dengan berbagai program yang menopang program penelitian, kemitraan industri, peningkatan potensi sumber daya dalam bidang desain dan rekayasa, perbaikan, pemeliharaan dan pengadaan alat, serta pemberdayaan dan peningkatan peran industri nasional.



Pembangunan iptek di bidang kesehatan dan obat diharapkan mampu menopang upaya pemenuhan hak untuk memperoleh pelayanan kesehatan yang bermutu dan terjangkau terkait dengan : a). gizi dan makanan; b). pengendalian penyakit dan kesehatan lingkungan serta c). pengembangan bahan baku obat, sediaan obat, perbekalan farmasi dan alat kesehatan.

Pertanyaannya adalah : “Inovasi ilmu pengetahuan dan teknologi seperti apakah yang relevan dan penting untuk menjawab kebutuhan di bidang sebagaimana disebut di atas?”

### **Tujuan Seminar**

Tujuan penyelenggaraan seminar nasional tahun ini adalah:

1. Berbagi pengalaman dan penelitian dalam pengembangan ilmu pengetahuan, rekayasa dan teknologi terapan.
2. Mendorong terjalinnya interaksi dan tumbuhnya jaringan komunikasi kerjasama dan kemitraan, baik antara universitas, pemerintah, industri dan masyarakat, guna menghasilkan rekayasa dan inovasi teknologi yang dapat meningkatkan produktivitas dan daya saing nasional.
3. Memberikan kontribusi kepada masyarakat terkait dengan rekayasa dan inovasi teknologi untuk peningkatan kualitas hidup bangsa.

### **Tema Seminar**

Seminar Nasional Riset dan Teknologi Terapan (RITEKTRA) ke-4 tahun 2014 mengusung tema: “Rekayasa dan Inovasi Teknologi untuk Peningkatan Kualitas Hidup Bangsa.”

Di dalamnya mencakup beberapa sub-tema seperti:

1. Teknologi bagi masyarakat dan kemanusiaan.
2. Peranan teknologi untuk mendukung Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI) dan komunitas Asean.
3. Riset dan teknologi terapan untuk mendukung industri nasional yang kompetitif.
4. Peran energi baru dan terbarukan untuk peningkatan kesejahteraan masyarakat dan pelestarian lingkungan
5. Ketahanan pangan untuk mendukung kemandirian bangsa.
6. Rekayasa dan inovasi teknologi untuk perubahan iklim.
7. Riset ilmu dasar untuk mendukung inovasi teknologi.
8. Dan lain-lain.

Semoga Seminar Nasional Riset dan Teknologi Terapan (Ritektra) 2014 mampu memberi sumbangan inovatif melalui diskusi hasil penelitian yang sudah dilakukan oleh para peneliti, praktisi, dan peserta.

Yogyakarta, September 2014

Ketua Seminar

Dr. C. Kuntoro Adi, S.J., M.A., M.Sc.

## **New and Renewable Energy: Lessons from South Korea**

Siyoung Jeong

Sogang University, 35 Baekbeom-ro, Mapo-gu, Seoul 121-742, Korea

E-mail address: syjeong@sogang.ac.kr

### **Abstract**

*Korea is one of the 5 biggest importers of fossil fuels in the world. Therefore, replacing fossil fuels with clean energies has always been one of the most crucial issues that Korea faces. In Korea, new and renewable energy are becoming more and more important not just to meet ambitious targets on greenhouse gas emissions, but also to boost the economy. Korea has pledged that 11% of its total energy will come from renewable ones by 2030. To this end, Korea is investing more in renewable energies, such as geothermal, solar, biomass, and wind energy.*

*Among various renewable energies, wind energy industry is the second biggest sector in Korea, following the photovoltaic industry. In 2004, the total installation capacity was just 37MW, and there were no domestic turbines. However, it increased to 560 MW in 2013, and several Korean heavy manufacturers have started including wind turbines in their portfolios to compete both domestically and in the international marketplace. Such a growth mainly is due to various national policies supporting the development of wind energy. The Renewable Portfolio Standard (RPS) scheme was introduced to replace the existing feed-in tariff which was not very effective to support the wind power development. Recently, offshore wind farms are actively discussed in Korea. Korean government announced an ambitious project to build a 2.5 GW offshore wind farm, the largest in the world. Many Korean companies are involved which have the know-how accumulated through shipbuilding for decades.*

*Although Korea is relatively late in developing wind energy, the wind power industry has developed rapidly in Korea. Indonesia has a great potential of wind sources, and will be able to take advantage of the experience of Korea in the development of wind energy.*



## Riset dan Teknologi Terapan untuk Mendukung Industri Nasional yang Kompetitif

Prof. Ir. Hadi Sutanto, MMAE.,PhD.

Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya

### *Abstract*

Kesejahteraan suatu bangsa tidak hanya ditentukan oleh potensi dan kekayaan sumber daya alam yang dimiliki, tetapi juga dipengaruhi oleh kemampuan inovasi dan menciptakan kreativitas untuk menghasilkan produk barang dan jasa guna memenuhi kebutuhan masyarakat secara keseluruhan. Dalam era globalisasi dengan ciri iklim persaingan yang semakin kompetitif, maka suatu negara akan mampu bertahan dan berkembang dengan memiliki daya saing yang berkelanjutan. Mampu saing negara dalam dunia industri harus mengandalkan kemampuan riset untuk menghasilkan produk-produk inovatif yang akan mendorong negara tersebut agar mampu berkompetisi dalam percaturan dunia. Proses industrialisasi untuk mewujudkan bangsa yang sejahtera memerlukan peningkatan kemampuan menguasai dan mengembangkan riset terapan berbasis ilmu pengetahuan dan teknologi dengan didukung oleh pengembangan kemampuan sumber daya manusia, sarana dan prasarana **research and development (R & D)** serta peningkatan mutu pendidikan nasional.

Industri berbasis teknologi berkembang sangat cepat mengikuti perkembangan ekonomi pengetahuan (**knowledge economy**) yang juga bergerak secara dinamis. Perkembangan tersebut memerlukan riset terapan yang dilakukan oleh para peneliti sesuai dengan kapasitas dan kapabilitas mereka. Kegiatan penelitian berupa riset terapan sebaiknya bersinkronisasi dengan kebutuhan industri pengguna agar tercapai pemanfaatan nilai tambah suatu produk barang dan jasa yang relevan.

Lebih lanjut, dalam presentasi ini akan dipaparkan perbedaan antara riset dasar dan riset terapan, walaupun seringkali ke dua macam riset tersebut sulit untuk dibedakan satu dengan lainnya. Riset terapan yang terkait dengan industri dan hubungannya dengan penelitian yang ada di perguruan tinggi akan diperjelas dengan beberapa contoh.

**Kata-kata kunci:** riset terapan, riset dasar, inovasi, pendidikan, industri, triple helix.

## Pengembangan Energi Baru Terbarukan di Kabupaten Bantul

Drs. Trisaktiyana, M.Si.\*

### *Abstract*

Sesuai dengan kebijakan Pemerintah tentang diversifikasi energi, pembangunan sektor energi di Kabupaten Bantul dilaksanakan melalui pengembangan dan pemanfaatan potensi Energi Baru Terbarukan (EBT). Pengembangan biogas, energi surya, dan energi angin untuk mengatasi berbagai permasalahan masyarakat telah banyak dilakukan. Masyarakat telah merasakan manfaatnya secara ekonomi.

Contoh yang telah dilaksanakan dengan baik adalah pengembangan dan pemanfaatan EBT di pesisir Kabupaten Bantul. Energi angin dan energi surya penghasil listrik berkapasitas 88 Kw telah dimanfaatkan di Pantai Baru Pandansimo sejak tahun 2010. Hingga saat ini energi listrik yang dihasilkan telah digunakan sebesar 22,5 Kw untuk penerangan kawasan, penyediaan listrik bagi 120 warung kuliner, penyediaan air untuk pertanian dan perikanan setempat, penyediaan air bersih untuk kawasan, dan produksi es kristal bagi kebutuhan kuliner setempat. Kotoran sapi dari kelompok kandang setempat juga diolah dalam 3 digester berkapasitas @ kotoran 100 ekor sapi untuk menghasilkan biogas yang disalurkan untuk keperluan memasak di warung-warung kuliner Pantai Baru Pandansimo.

Selanjutnya, kebijakan pengembangan EBT ini terus disebarluaskan. Pada saat ini Pantai Kuwaru, Pantai Goa Cemara, dan Rumah Tambatan Perahu di muara Sungai Opak telah memiliki instalasi energi angin ataupun surya untuk menghasilkan listrik. Museum Geospasial di Pantai Depok juga sudah memanfaatkan energi listrik dari Surya Sel. Pada akhir tahun 2014, direncanakan telah dilakukan instalasi 25 kincir angin setinggi 170 meter berkapasitas menghasilkan listrik 50 Mw. Semua ini merupakan langkah konkrit untuk mengurangi ketergantungan pada listrik yang dihasilkan dari energi fosil. Apa yang terjadi di Bantul bisa juga diutarakan sebagai upaya pengembangan EBT yang awalnya berskala nonkomersial pemberdayaan masyarakat, berkembang kearah investasi industri energi listrik EBT skala komersial bekerjasama dengan PLN.

**Kata kunci :** Energi Baru Terbarukan, manfaat ekonomi, sebarluas, nonkomersial, komersial

*\*Kepala Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Bantul*



## DAFTAR ISI

Komite Seminar Nasional Riset dan Teknologi Terapan (RITEKTRA) Ke-4	i
Kata Pengantar Ketua Seminar Nasional Riset dan Teknologi Terapan (RITEKTRA) Ke-4 tahun 2014	ii
Abstract Keynote “New and Renewable Energy : Lessons from South Korea” <i>Siyong Jeong</i>	v
Abstract Keynote “Riset dan Teknologi Terapan untuk Mendukung Industri Nasional yang Kompetitif” <i>Hadi Sutanto</i>	vi
Abstract Keynote “Pengembangan Energy Baru Terbarukan di Kabupaten Bantul” <i>Trisaktiyana</i>	vii
Daftar Isi	viii
Studi Eksperimental Peningkatan Perpindahan Panas Turbulen Pada Penukar Kalor Dengan Twisted Tape Insert With Oblique Teeth <i>Indri Yaningsih, Tri Istanto</i>	1 - 6
Pengukuran Produktivitas Untuk Pengembangan Model Perbaikan Produktivitas Industri Kecil (UKM) Sentra Industri Sepatu Wedoro Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur Dengan Pendekatan <i>Lean Production</i> <i>Ig. Jaka Mulyana, Peter R. Angka</i>	7 – 12
Analisis Kepuasan Pengguna Terhadap Website <i>Digital library</i> Menggunakan Metode <i>Kano</i> <i>Nyoman Ayu Nila Dewi</i>	13 – 17
Kinerja Jaringan Multi Protocol Label Switching Virtual Private Network <i>Theresia Ghozali, Kumala Indriati, Michael Oliver</i>	18 - 21
Alat Pengering Kacang Tanah Sebagai Proses Pembuatan Kacang Asin Metode PI Controller <i>Sutedjo, Renny Rakhmawati, Nani Setiyowati</i>	22 – 26
Proses Elektrokoagulasi dengan Katoda dari Karbon Bekas Baterai untuk Menurunkan Kandungan Logam dalam Air Limbah <i>Sutanto, Danang Widjajanto</i>	27 – 31
Performa Perangkat Lunak ANUGA dalam Simulasi Masalah Pecahnya Bendungan Model Yeh-Petroff <i>Sudi Mungkasi</i>	32 - 37
Model Manajemen Workflow Pada Sistem Informasi Administrasi Pelatihan Kerja Berbasis Web <i>Azof Ghazali Sujono, Eko Nugroho, Hanung Adi Nugroho</i>	38 - 43
Aplikasi Sensor Inersia (IMU) dan XBee Untuk Pemantauan Data Gerakan Secara Nirkabel <i>Elang Parikesit, Laurentius Kuncoro Probo Saputra</i>	44 – 47
<i>Scheduling Algorithm Priority Scheme In Multi Carrier System For Individual User QoS</i> <i>Moszes Angga, A. A. Muayyadi, Arfianto Fahmi</i>	48 - 52

Kajian Awal Hubungan Teknometrik Dengan Proses Inovasi (Studi Kasus : UKM IRA Silver) <i>Angela Chintya Dwita, Augustina Asih Rumanti</i>	53 – 58
Kajian Awal Identifikasi Metode Peramalan Teknologi di UKM Surya Usaha Mandiri <i>Vania Hadisurya, Augustina Asih Rumanti</i>	59 – 63
Analisis Konsumsi Energi Sistem Multi-Hop WSN pada Kanal Fading Rice <i>Antonius Aditya, Lydia Sari</i>	64 – 67
Rancang Bangun Modul Praktikum <i>Temperature and Light Control</i> Berbasis Komputer <i>Melisa Mulyadi, Catherine Olivia Sereati</i>	68 – 72
Pengaruh Radome Terhadap Impedansi Input Antena Monopole Planar Segitiga <i>A. Adya Pramudita, Yuyu Wahyu</i>	73 – 77
Perancangan Jaringan <i>Passive Optical Network (PON)</i> Di Kampus Universitas Islam Indonesia <i>Firdaus, Ramadhany Darmaningtyas, Eka Indarto</i>	78 – 83
Usulan Pembagian Wilayah dan Rute Distribusi PT. X <i>Bonifasius Yoga Pratama Wijaya, The Jin Ai, Slamet Setio Wigati</i>	84 – 90
Analisis Kebutuhan Sistem Monitoring Akademik Mahasiswa <i>Penulis Danang Widjajanto, Akhmad Tosin Alamsyah, Sutanto</i>	91 – 95
Pengembangan Variasi Desain Berbasis <i>Artistic Computer Aided Manufacturing (ArtCam)</i> dan <i>Rapid Prototyping (RP)</i> Untuk Meningkatkan Daya Saing Produk Souvenir <i>Baju Bawono, P Wisnu Anggoro, Tonny Yuniarto</i>	96 – 101
Memahami <i>Virtual Ethnography</i> : Pendekatan Kualitatif Dalam Penelitian Sistem Informasi. <i>Stevanus Wisnu Wijaya</i>	102 – 104
Prototipe Otomatis Alat Destilasi Bioethanol Menggunakan PLC ( <i>Programmable Logic Controller</i> ) <i>Ahmad Zulkarnaen, Yaya Suryana, Dwi Astharini</i>	105 – 109
Faktor Faktor Yang Mempengaruhi Niat Mahasiswa <i>Fresh Graduate</i> Dalam Menggunakan Situs Lowongan Kerja Sebagai Media Untuk Mencari Kerja <i>Wibawa Prasetya, Rizkina Nazar</i>	110 - 115
Sistem Pengereman Regenerative Menggunakan Kapasitor Pada Motor Listrik Berpenggerak Motor Induksi Tiga Fasa <i>Arman Jaya, Endro Wahjono, Ainii Siti Khodijah</i>	116 – 121
Tinjauan Laboratorium Potensi Ekstrak Etanol <i>Cabomba aquatica</i> DC not <i>Aubletii</i> sebagai Larvasida pada Larva <i>Aedes aegypti</i> <i>Erina Yatmasari</i>	122 – 125



Penentuan Sistem Distribusi Produk di Hero Garmen <i>Ivan Dwi Putra, The Jin Ai, M. Chandra Dewi Kurnianingtyas</i>	126 – 132
Perbaikan Penjadwalan Shift di Toko Mebel Beta Jaya <i>Ravika Halim, Deny Ratna Yuniartha, Ign. Luddy Indra Purnama</i>	133 – 138
Analisis Tata Kelola Teknologi Informasi Menggunakan COBIT 4.1 (Studi Kasus : PT. BPR Danagung Bakti Yogyakarta) <i>Elsa Saputra, Alb.Joko Santoso, Benyamin L. Sinaga</i>	139 – 144
Prosedur Komputasi Bertingkat Metris Untuk Pemrograman Perkalian Pada Sistem Mikroprosesor <i>Stephanus Ivan Goenawan, Ferry Rippun</i>	145 – 149
Identifikasi Polimer Toner Bekas dan Metoda Pengolahan Limbah Cairnya <i>Isdaryanto Iskandar, Noryawati Mulyono</i>	150 – 153
Studi Awal Rekayasa Pencahayaann Lingkup Fakultas Teknik Universitas Atmajaya dalam rangka menuju <i>Green Building Campus</i> <i>Isdaryanto Iskandar</i>	154 – 159
Analisis Dampak Implementasi SMM ISO 9001-2008 di Program Pascasarjana UNY <i>Zuhdan Kun Prasetyo, Pardjono, Muhyadi</i>	160 – 165
Perancangan Tata Letak Lantai Produksi dengan Metode SLP <i>Lukas Kristianto, Yosef Daryanto</i>	166 – 171
Implementasi Transciever FM Radio Berbasis SDR Menggunakan GNU Radio dan USRP B200 <i>Ganjar Rochmatulloh, Ahmad Zulkarnaen, Muhamad Syahroni, Dwi Astharini, Octarina Nur</i>	172 – 177
Implementasi Rancangan Tata Letak <i>Speaker</i> dan Desain Ruang Operator Sound System di Stasi Gereja Bunda Maria Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta <i>Ignatius Luddy Indra Purnama, Luciana Triani Dewi</i>	178-181
Studi Eksperimental Karakteristik Pengering Pakaian Dengan Memanfaatkan Panas Buang Mesin Pendingin <i>Adventus Sujiono, Maria Nuriati, Maria Natalia Wiwik Dwi Artika, Bartolomeus Damar Adi Wicaksono, Rahayu Larasati</i>	182 – 185
Evaluasi Implementasi Sistem Umpan Balik Perkuliahan <i>Online</i> di Unika Atma Jaya <i>M.M.Wahyuni Inderawati, Ronald Sukwadi, Hotma A. Hutahaeen</i>	186 – 191
Perancangan Antenna Array Untuk Sistem TV Satelit pada Kereta Api <i>Robby Sianipar, Adya Pramudita</i>	192 – 194
Sistem Pemeriksaan Kelembaban Tanah untuk Area Perkebunan dan Pertanian dengan Metode <i>Wireless Sensor Network (WSN)</i> <i>Febrian</i>	195 – 198
Analisis Lentur Balok Beton Bertulang Tampang T Yang Diperkuat <i>Wire Rope</i> Pada Daerah Momen Negatif Dengan Gaya Prategang Awal Menggunakan Metode Elemen Hingga Nonlinier <i>Yanuar Haryanto, Nanang Gunawan Wariyatno</i>	199 – 204
Kajian Teoritis Unjuk Kerja Keran Injak Cuci Tangan Tujuh Langkah <i>Frederikus Wenehenubun, Tarsina Wati Wenehenubun</i>	205 – 210

Perancangan dan Implementasi Program Matlab untuk Penghitung Iklan Televisi <i>Christian, Lukas</i>	211 – 216
Laju Penyerapan Air Kayu Kamper Dalam Kondisi Kering <i>Frederikus Wenehenubun, Tarsina Wati Wenehenubun</i>	217 – 221
Rancang Bangun Sistem Kendali Kualitas Air pada Model Kolam Ikan <i>Marlex F. Payara, Martanto, B. Wuri Harini, P. Yozy Merucahyo, Tri Priantoro</i>	222- 227
Prototipe Alat Ukur Kadar Kurkuminoid dalam Rimpang Kunyit Portabel menggunakan Cahaya Laser <i>B. Wuri Harini, Rini Dwiastuti, Marito Dos Santos, Ludovicus Dwi C.</i>	228 – 231
Hidrokimia Air Tanah Daerah Tlogoadi, Mlati, Sleman <i>T. Listyani R.A.</i>	232 – 236
Rancang Bangun Lengan Robot Peniru Gerakan Tangan Manusia Berbasis Mikrokontroler <i>Alfian Anta Kusuma, Tjendro</i>	237 – 242
Penggunaan Sinonim Pada Metode Query Expansion Untuk Meningkatkan Relevansi Data <i>FA. Febrian Arie Nugroho, JB Budi Darmawan</i>	243 – 246
<i>Mixed Integer Linear Programming</i> untuk Pemodelan Distribusi Logistik Bencana <i>Fransiska Mulyani, Agustinus Gatot Bintoro, The Jin Ai</i>	247 – 249
Rancang Bangun Lengan Robot Penyusun Benda Berbasis Mikrokontroler <i>Lingga Prathama Putra, Tjendra</i>	250 – 255
Rancang Bangun Lengan Robot Menulis Kata yang Dikendalikan oleh Aplikasi pada Android <i>Petrus C. Hendar, Tjendro</i>	256 – 261
Rancang Bangun Lengan Robot Penggambar Bidang 2 Dimensi Berbasis Mikrokontroler Dengan PC <i>Agustinus Welly Adi Nugroho, Tjendro</i>	262 – 267
Rancang Bangun <i>Monitoring Prototype</i> Mesin Pemilah Sampah <i>Yohanes Baptista Sunu A., Tjendro</i>	268 – 274
Sistem Penilaian Essay Jawaban Berbahasa Indonesia dengan Metode K-Nearest Neighbor (k-NN) Dan Latent Semantic Analysis (LSA) <i>Agustinus Dwi Budi Darsono, Sri Hartati Wijono</i>	275 – 279
Pengaruh Posisi, Kadar Bahan Pengawet Dan Lama Waktu <i>Leaching</i> Pada Kuat Geser Bambu Wulung Terpapar Eksterior <i>M.Fauzie Siswanto, Priyosulistyo, Suprpto, T.A Prayitno</i>	280 – 284
Prototype Lengan Robot Bermain Piano Menggunakan Lima Jari Dalam Satu Oktaf Nada Mayor Dengan Kendali Keypad <i>Kristian Adi Perbowo, Tjendro</i>	285 – 290
Rapat Medan Magnet Perlawanan Pada Generator Radial Magnet Permanen ND-35 Fasa Tunggal Dengan Rangka Akrilik Knock Down <i>A. Prasetyadi</i>	291 – 294

Studi Awal Pengembangan Sistem E-Voting Di Kabupaten Jembrana Bali Memakai Perspektif Teori Kompleksitas <i>P.H. Prima Rosa, J. Eka Priyatma, Agnes Maria Polina, Iwan Binanto</i>	295 – 300
Penentuan Harga Jual Produk Dan Ukuran Lot Secara Simultan Dengan Mempertimbangkan Deteriorasi <i>Rodhe Louis Yunita Sari Suyanto, Ririn Diar Astanti, Agustinus Gatot Bintoro, Slamet Setio Wigati</i>	301 – 306
Green Open Space Pada Kawasan Pusat Kota Upaya Mewujudkan Green Urban Area Studi Kasus: Kawasan Simpanglima Semarang <i>IM. Tri Hesti Mulyani, B. Pat Ristara Gandhi</i>	307-312
Simulasi Pengoptimalan Daylight System Pada Elemen Atap Bangunan Rumah Tinggal <i>Moediartianto, VG. Sri Rejeki, T. Brenda Chandrawati</i>	313 – 317
Sistem Kali sebagai kearifan lokal manajemen air bersih desa lereng gunung (Kasus Desa Kapencar, Desa Candiyan dan Desa Reco, Lereng Gunung Sindoro, Wonosobo) <i>VG. Sri Rejeki</i>	318 – 320
Model Integrasi Sistem Produksi Multi Suplier Single Buyer Pada Sistem Just In Time <i>Slamet Setio Wigati, Ag. Gatot Bintoro</i>	321 – 324
Analisis Perbaikan Arsitektur Bisnis Dengan Menggunakan BPM CBOK <i>Feliks Prasepta S. Surbakti, MM.Wahyuni Inderawati, Stefanus Agusta</i>	325 - 330
Pengendalian Prototype Mobil berdasarkan Jarak dengan Fuzzy Logic Controller <i>Shodiq Ardiansyah, Yulius Arie Prayoga, Yulyanto, Theresia Prima Ari Setyani</i>	331 – 336
Model Konseptual Penerimaan TIK di Indonesia Untuk Mendukung MP3EI <i>Haris Sriwindono</i>	337 – 341
Perbandingan Berbagai Software Tool Penampil Data Secara Realtime Melalui Komunikasi Serial <i>Djoko Untoro Suwarno, Prima Ari Setiyani</i>	342 – 345
Pembangunan Aplikasi Psikotes 16 PF ( <i>Personality Factors</i> ) Studi Kasus di Pusat Pelayanan Tes dan Konsultasi Psikologi (P2TKP) USD <i>Eka Citra Suciati, Agnes Maria Polina</i>	346 – 351
<i>Geometric Charactetristics Of Hull Form As Combination Of Frigate And Fast Ferry Hull Froms</i> <i>Frederikus Wenehenubun</i>	352 - 354
<i>Mathematical Expression to Optimation on Performance Characteristics of Public Management and the Environmental of Sustainability Global Scheme</i> <i>Suharto</i>	355 – 359



# Prototipe Alat Ukur Kadar Kurkuminoid dalam Rimpang Kunyit Portabel menggunakan Cahaya Laser

B. Wuri Harini<sup>1</sup>, Rini Dwiastuti<sup>2</sup>, Marito Dos Santos<sup>3</sup> dan Ludovicus Dwi C.<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Universitas Sanata Dharma

<sup>1</sup>wuribernard@usd.ac.id, <sup>2</sup>rinidwiastuti83@gmail.com

<sup>3</sup>santos\_te@yahoo.com, <sup>4</sup>ludovicusdwcayahanto@gmail.com

**Abstrak**—Kandungan utama kunyit (*Curcuma domestica Rhizome*) adalah kurkumin yang berwarna merah jingga. Pada penelitian ini akan dibuat prototipe alat ukur kadar kurkuminoid portabel berdasarkan metode spektrofotometri visibel dengan menggunakan sumber cahaya laser berwarna ungu dan dilengkapi dengan baterai. Cahaya dilewatkan pada larutan kemudian diterima oleh fototransistor. Tegangan keluaran fototransistor antara pengukuran kuvet blanko dengan kuvet berisikan larutan akan dibandingkan dan dicari selisih tegangannya. Selisih tegangan ini merupakan besar serapan cahaya. Selanjutnya dicari kadar kurkumin dalam satuan %b/b. Kadar kurkuminoid tertinggi dihasilkan dari kunyit dari daerah Wahyuharjo, Kulonprogo. Error pengukuran masih besar, yaitu 8,8% - 14,46%, sehingga masih diperlukan kalibrasi ulang.

**Kata kunci**— kurkumin; alat ukur; portabel; laser ungu; kunyit

## I. PENDAHULUAN

Kunyit (*Curcuma domestica Rhizome*) merupakan salah satu jenis tanaman obat tradisional yang banyak dijumpai di Indonesia. Di dalam kunyit terdapat kurkuminoid dengan kandungan utama berupa kurkumin yang berwarna merah jingga. Saat ini petani hasil rimpang kunyit mengalami permasalahan dalam menjual hasil panen rimpang kunyit ke industri karena kadar kurkumin dalam rimpang kunyit tidak memenuhi syarat industri. Berdasarkan data yang diperoleh, para petani tidak pernah melakukan pengukuran kandungan kurkumin dalam kunyit [1]. Hal ini disebabkan karena belum tersedianya teknologi tepat guna untuk mengukur kandungan kurkumin dalam rimpang kunyit secara mandiri. Oleh karena itu, dari penelitian ini akan dibuat prototipe alat ukur kadar kurkuminoid portabel berdasarkan metode spektrofotometri visibel dengan menggunakan sumber cahaya laser. Cahaya laser ini dipilih berdasarkan penelitian sebelumnya bahwa kinerja alat ukur dengan sumber cahaya laser lebih baik daripada sumber cahaya yang lain [2][3].

Spektrofotometri merupakan suatu metode analisa yang didasarkan pada pengukuran serapan sinar monokromatis oleh suatu lajur larutan berwarna pada panjang gelombang spesifik dengan menggunakan monokromator prisma atau kisi difraksi dengan tabung foton hampa [4]. Penelitian tentang penentuan kadar kurkuminoid sudah pernah dilakukan oleh Gesang Kurniasih dkk. dalam penelitian berjudul “Penetapan Kadar Kurkuminoid dalam Jamu Serbuk Galian Putri yang Mengandung Simplicia Rimpang Kunyit (*Curcuma Domestica Val.*) yang Beredar di

Kecamatan Ketanggungan”[5]. Pada penelitian tersebut spektrofotometer UV-Vis buatan pabrik digunakan untuk mengukur absorbansi, bukan kadar kurkumin dalam rimpang kunyit secara langsung. Peneliti lain yang mengukur absorbansi kurkumin adalah Harada, T. [6], dan Jagannathan, R. [7]. Dalam penelitian tersebut digunakan panjang gelombang maksimum antara 420 – 430 yang merupakan cahaya ungu. Oleh karena itu alat ukur kadar kurkuminoid ini menggunakan sumber cahaya laser berwarna ungu..

Cahaya ungu yang sudah dilewatkan pada larutan kunyit kemudian diterima oleh detektor cahaya berupa fototransistor. Tegangan keluaran fototransistor antara pengukuran kuvet blanko (kuvet berisi etanol) dengan kuvet berisikan larutan kunyit akan dibandingkan dan dicari selisih tegangannya. Selisih tegangan ini merupakan besar serapan cahaya oleh larutan kunyit. Selanjutnya akan dicari besar kadar kurkumin dalam satuan %b/b, serta akan dibandingkan dengan hasil perhitungan manual dari pengukuran absorbansi menggunakan spektrofotometer standar. Alat ukur ini dilengkapi dengan baterai yang bisa diisi ulang, sehingga pengukuran bisa dilakukan di luar ruang.

Pada penelitian ini akan dilakukan pengukuran kadar kurkuminoid yang terkandung dalam rimpang kunyit segar (*Curcuma domestica*) yang ditanam di beberapa daerah penghasil rimpang kunyit di daerah Jawa tengah dan DIY dengan ketinggian tempat tanam yang berbeda.

## II. METODE PENELITIAN

Tahap-tahap penelitian adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan kurva baku dari seri larutan induk kurkumin (2 ppm, 3 ppm, 4 ppm dan 5 ppm) sehingga diperoleh persamaan kurva baku

$$y = bx + a \quad (1)$$

dengan y = absorbansi

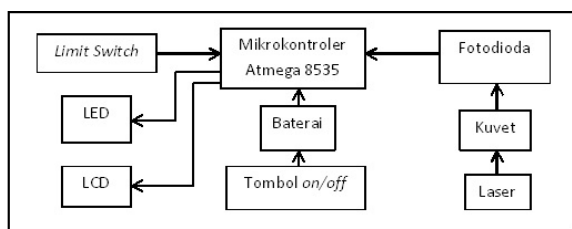
x = kadar zat

Larutan induk ini diukur dengan menggunakan spektrofotometer standar dan alat ukur yang dibuat untuk proses kalibrasi. Persamaan 1 digunakan karena dengan larutan berseri dengan beda antar larutan 1 ppm, maka absorbansi membentuk persamaan linier.

2. Pembuatan alat

Blok diagram alat ukur kadar kurkuminoid dalam rimpang kunyit portabel ditunjukkan pada gambar 1. Pada awalnya photodetektor menerima tegangan dari berkas cahaya ungu ketika ada larutan etanol di antara sumber cahaya dan photodetektor. Kemudian larutan yang mengandung kurkumin diletakkan di antara sumber cahaya dan photodetektor. Cahaya yang melalui molekul penyerap akan diterima oleh photodetektor. Perbedaan tegangan antara kedua keadaan inilah yang merupakan nilai absorbansi ( $y$ ). Nilai absorbansi ini kemudian dikalibrasi dengan nilai absorbansi yang diperoleh dari pengukuran absorbansi menggunakan spektrofotometer standar sehingga diperoleh absorbansi terkalibrasi dengan rumus:

$$y_t = m * y + c \quad (2)$$

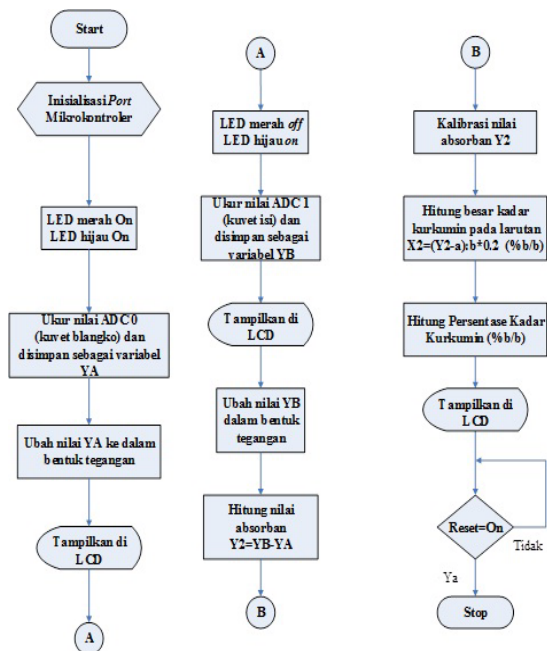


Gambar 1. Blok diagram alat ukur kadar kurkuminoid portabel

Nilai  $b$  dan  $a$  yang diperoleh pada persamaan kurva baku digunakan untuk menghitung kadar kurkumin dalam sampel kunyit. Dengan diperoleh nilai  $y$  dari pengukuran ini dan nilai variabel  $a$  dan  $b$  telah diketahui, maka akan diperoleh besar kadar kurkumin pada larutan ( $x$ ) sesuai persamaan 1 dan diubah dalam satuan  $\%b/b$  dengan rumus:

$$x = 0,2 \times (y_t - a) / b \quad \%b/b \quad (3)$$

Pengali 0,2 di atas terkait dengan formula pelarut yang dicampur dalam kunyit. Flowchart pengukuran alat ukur kadar kurkuminoid ditunjukkan pada gambar 2



Gambar 2. Proses pengukuran kadar kurkuminoid

3. Pengumpulan sampel rimpang kunyit dari desa Twelagiri, Kecamatan Pagedongan, Banjarnegara, desa Jumantono Karanganyar, Imogiri, dan Kulonprogo (Ngentakrejo dan Wahyuharjo)
4. Pengujian  
Alat diuji untuk mengukur kadar kurkuminoid pada 6 sampel kunyit dari berbagai tempat tanam dan dibandingkan dengan perhitungan manual dari pengukuran absorbansi sampel kunyit menggunakan spektrofotometer standar.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Hasil Implementasi Alat Ukur

Alat ukur kadar kurkuminoid yang telah dibuat ditunjukkan pada gambar 3. Dimensi alat ukur ini adalah 28 x 40 x 5 cm. Alat ukur ini telah dilengkapi dengan baterai yang bisa diisi ulang. Untuk memastikan apabila tutup boks telah ditutup, maka alat ukur ini diberi *limit switch*. Alat ukur akan mulai mengukur jika boks telah ditutup.



Gambar 3. Alat ukur kadar kurkuminoid portabel

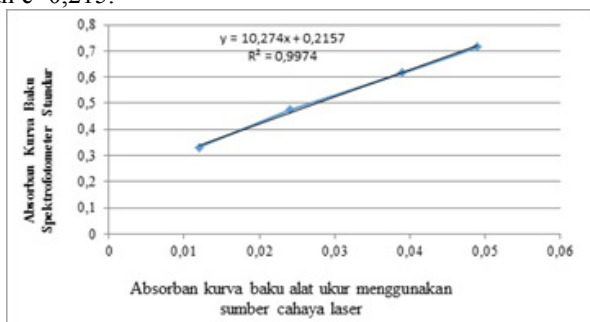
### 3.2. Proses Kalibrasi

Grafik hubungan kalibrasi antara absorban kurva baku alat ukur hasil perancangan dengan absorban kurva baku spektrofotometer standar pada rentang 2 ppm - 5 ppm dapat dilihat pada gambar 4.

Berdasarkan gambar 4 diperoleh hubungan kalibrasi antara absorban kurva baku alat ukur dengan absorban kurva baku spektrofotometer standar sehingga diperoleh hasil hubungan kalibrasi dengan persamaan :

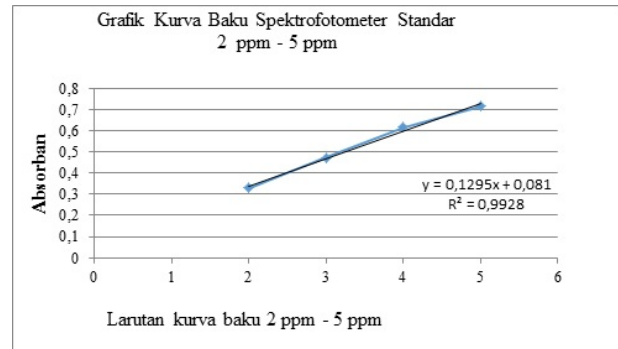
$$y = 10,27x + 0,215 \quad (4)$$

sehingga nilai m dan c pada persamaan 2 adalah  $m=10,27$  dan  $c=0,215$ .



Gambar 4. Grafik hubungan kalibrasi antara absorban kurva baku alat ukur dengan absorban kurva baku spektrofotometer standar 2 ppm - 5 ppm

Pada Gambar 5 ditunjukkan grafik kurva baku larutan kurkumin pada rentang 2-5 ppm yang diukur menggunakan spektrofotometer standar.



Gambar 5. Grafik kurva baku spektrofotometer standar pada rentang 2 ppm - 5 ppm

Berdasarkan gambar 5 diperoleh absorban kurva baku spektrofotometer standar dengan persamaan :

$$y = 0,129x + 0,081 \quad (5)$$

sehingga nilai a dan b pada persamaan 3 adalah  $a=0,081$  dan  $b=0,129$

### 3.3. Hasil Pengujian

Pada gambar 6 ditunjukkan larutan etanol dan keenam sampel kunyit. Hasil pengukuran ditunjukkan pada tabel 1.



Gambar 6. Larutan etanol dan enam sampel kunyit

Dari tabel 1 tampak bahwa *error* pengukuran masih besar (di atas 5%), yaitu dari rentang 8,876% - 14,460%. Hal ini terjadi karena pengukuran antara kedua alat tidak dilakukan secara bersamaan. Hal ini memungkinkan adanya perubahan pada nilai absorban. Oleh karena itu untuk pengukuran selanjutnya pengukuran dilakukan pada saat yang bersamaan sehingga bisa mengurangi kesalahan dalam pengukuran. Di samping itu, untuk memperbaiki pengukuran masih diperlukan perbaikan pada proses kalibrasi. Walaupun demikian, alat ukur sudah bisa membedakan kadar kurkuminoid dengan urutan dari kecil ke besar sesuai dengan hasil perhitungan manual dari pengukuran absorban menggunakan spektrofotometer standar, yaitu:

1. Karanganyar,
2. Ngentakrejo,
3. Imogiri II,
4. Banjarnegara,
5. Imogiri I
6. Wahyuharjo.



Tabel 1. Hasil Pengujian alat ukur kadar kurkuminoid dalam rimpang kunyit

Daerah	Spektrofotometer		Alat ukur Kadar kurkuminoid				Error (%)
	Absorban	Kadar kurkuminoid (%b/b)	Tegangan etanol (V)	Tegangan sample (V)	Tegangan absorban (V)	Kadar kurkuminoid (%b/b)	
Banjarnegara	0,671	0,878947368	0,146	0,194	0,048	0,972	10,590
Imogiri I	0,807	1,057894737	0,117	0,18	0,063	1,211	14,460
Imogiri II	0,561	0,734210526	0,132	0,171	0,039	0,829	12,873
Karanganyar	0,437	0,571052632	0,151	0,177	0,026	0,622	8,876
Ngentakrejo	0,499	0,652631579	0,132	0,164	0,032	0,717	9,904
Wahyuharjo	0,887	1,163157895	0,146	0,215	0,069	1,306	12,315

## V. KESIMPULAN

Dari penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa

1. Kadar kurkuminoid tertinggi dihasilkan dari kunyit dari daerah Wahyuharjo, Kulonprogo yaitu sebesar 1,16 %b/b
2. Error pengukuran menggunakan alat ukur kadar kurkuminoid portabel masih besar, yaitu 8,8% - 14,46%
3. Alat ukur masih perlu dikalibrasi ulang sehingga bisa menghasilkan pengukuran yang lebih tepat.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada DIKTI yang telah mendukung peneliti dalam Hibah Penelitian Bersaing 2014.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Harini, B.W, dkk, 2012, Development of Curcuminoid Content Measurement Equipment Device in Turmeric (*Curcuma domestica*) Rhizomes, Poster International Seminar on Natural Product Medicine, ITB
- [2] Harini, B.W., dkk, 2012, Perbandingan Kinerja Empat Metode Prototipe Alat Ukur Kadar *Curcuminoid* pada Rimpang Kunyit (*Curcuma Domestica*), Prosiding RETII ke 7, hal 205-209
- [3] Harini, B.W, dkk, 2012, Aplikasi Metode Spektrofotometri Visibel untuk Mengukur Kadar Curcuminoid Pada Rimpang Kunyit (*Curcuma Domestica*), Prosiding Seminar Nasional Aplikasi & Teknologi (SNAST), hal. B-31
- [4] Faisal, M., 2012, Spektrofotometri, <http://www.scribd.com/doc/53453920/Referensi-Spektrofotometer-Terlengkap>, diakses 10 Juni 2012
- [5] Kurniasih, G., dkk, 2007, Penetapan Kadar Kurkuminoid dalam Jamu Serbuk Galian Putri yang Mengandung Simplicia Rimpang Kunyit (*Curcuma Domestica*) yang beredar di Kecamatan Ketanggungan, <http://jurnal.undip.ac.id/index.php/pharmacy/article/download/217/209>, diakses 17 Juli 2012
- [6] Harada, T., 2011, Cooperative Binding and Stabilization of the Medicinal Pigment Curcumin by Diamide Linked  $\gamma$ -Cyclodextrin Dimers: A Spectroscopic Characterization, The Journal of Physical Chemistry, hal 1268–1274
- [7] Ramya Jagannathan, 2011, Solubilising Curcumin, Synthesizing Gold Nanoparticles And Their Anti-Oxidant Property, [http://shodhganga.inflibnet.ac.in/bitstream/10603/2446/16/16\\_chapter5.pdf](http://shodhganga.inflibnet.ac.in/bitstream/10603/2446/16/16_chapter5.pdf), diakses tanggal 11 Oktober 2012

